

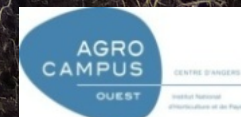


Programme Siterre

Du déchet au sol fertile

Olivier DAMAS – Plante & Cité

olivier.damas@plante-et-cite.fr



Plan

- **Contexte, enjeux**
- **Questions posées, objectifs, méthodologie**
- **Réponses et Focus (1) Croissance-Agrégation, (2) Innocuité santé-environnement, (3) Compétitivité économique**
- **Dissémination, perspectives**

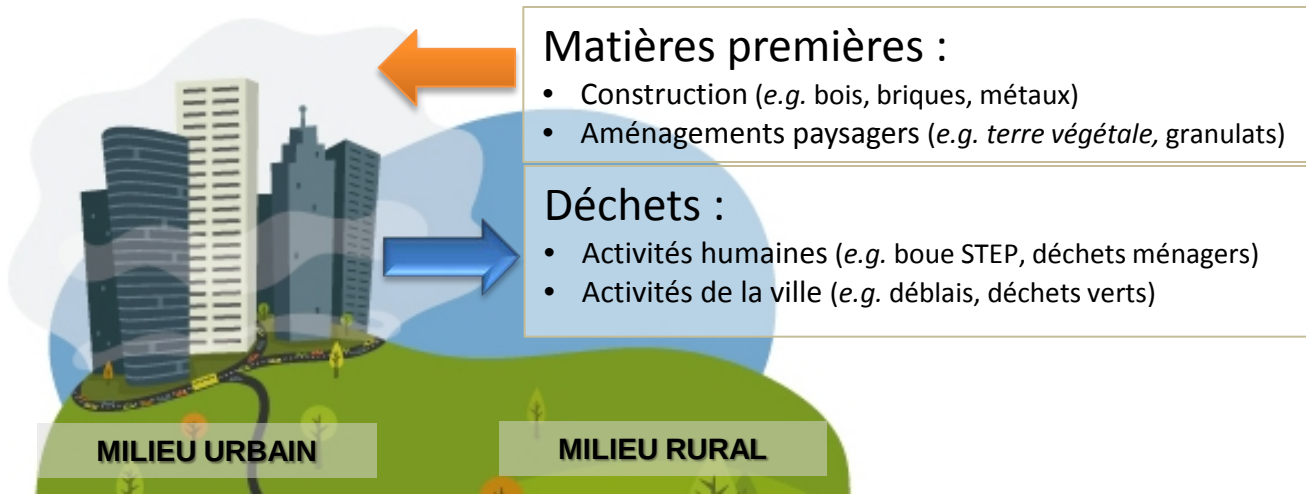
Contexte, enjeux



Contexte, enjeux



Contexte, enjeux



- Besoin de reconstituer des sols fertiles en milieu urbain pour assurer la pérennité du végétal ➔ utilisation de matériaux non renouvelables: terres agricoles et granulats de carrière:

3 100 000 m⁻³ / an ou ~ 1000 ha/an

- Activité humaine en France produit des déchets et sous produits:
380 million t an⁻¹ , 36% non valorisés en 2012

Plante&Cité
Ingénierie de la nature **en ville**

Questions principales posées

- Quels sont les matériaux potentiels?
- Comment choisir, formuler les mélanges?
- Quelles propriétés agronomiques : « Est-ce que ça pousse? »
- Risque pour la santé humaine et l'environnement?
- Quel cadre et faisabilité de mise en œuvre?

Questions posées, objectifs, méthodologie

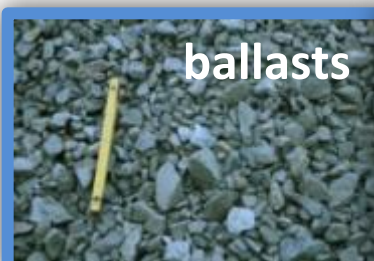
Méthodologie, étapes principales

- Prospector et identifier les matériaux potentiels
- Proposer des formulations et conception de sols construits
- Caractériser les matériaux individuels, les mélanges, les sols construits au cours de leur évolution – approche pluridisciplinaire
- Approche intégrée de la filière en devenir : économique, acceptabilité, réglementaire, OAD formulation

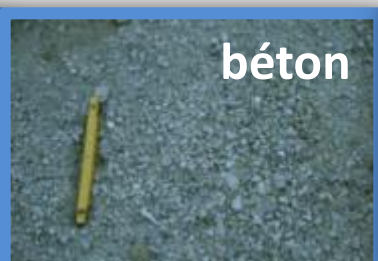
Calendrier

- Initialement 4 ans, prolongé à 5 ans
- 2011 à fin 2015

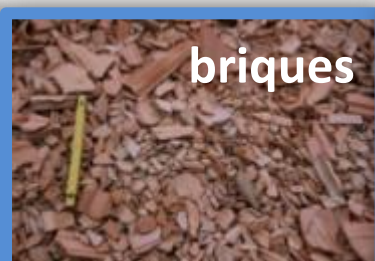
Réponses et focus résultats



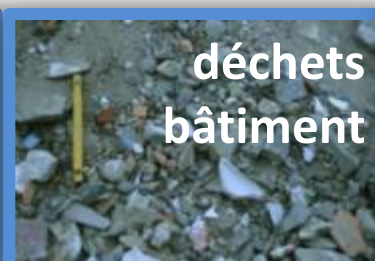
ballasts



béton



briques



déchets
bâtiment



terre
excavée
basique

6 déchets « minéraux »

5 déchets « organiques »



terre
excavée
acide



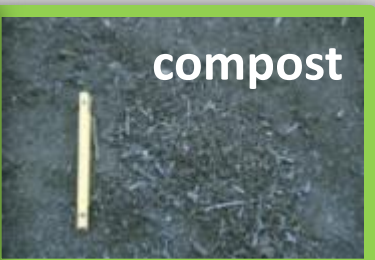
sous produit
papetier



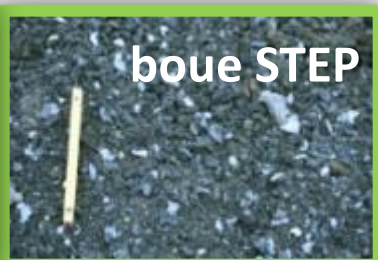
déchets
vert



déchets
de rue



compost



boue STEP

Réponses et focus résultats

6 mélanges étudiés

3 mélanges pour horizon de croissance :

- brique (BR) / compost (CO) ;
- ballast (BA) / déchet de balayage de rues (DR) / compost (CO);
- terre excavée acide (TA) / compost (CO) ;

1 mélange pour horizon technique :

- ballast (BA) / boues papetières (SP) ;

2 mélanges pour horizon squelette :

- terre excavée acide (TA) / ballast (BA) / boues de STEP (BS) ;
- terre excavée (TA) / béton (BE) / déchet vert (DV).

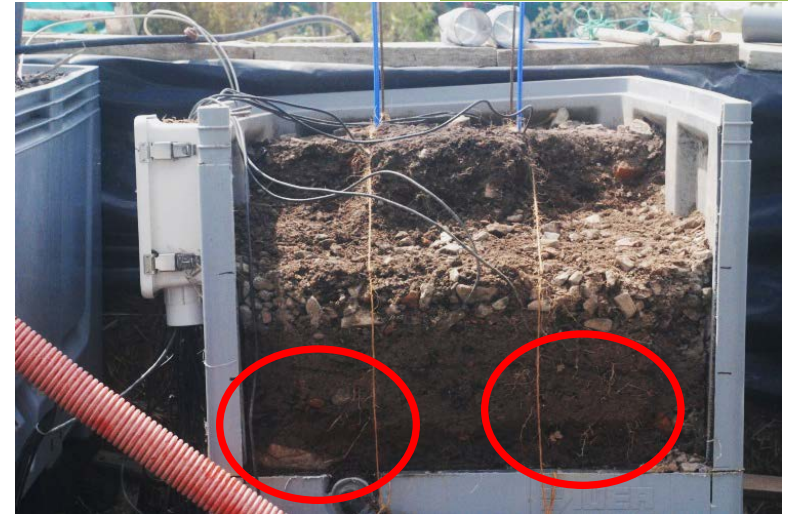
Différents sols étudiés en lysimètres

Focus Croissance et agrégation

Masse sèche (80 j) = 4,16 t.ha⁻¹

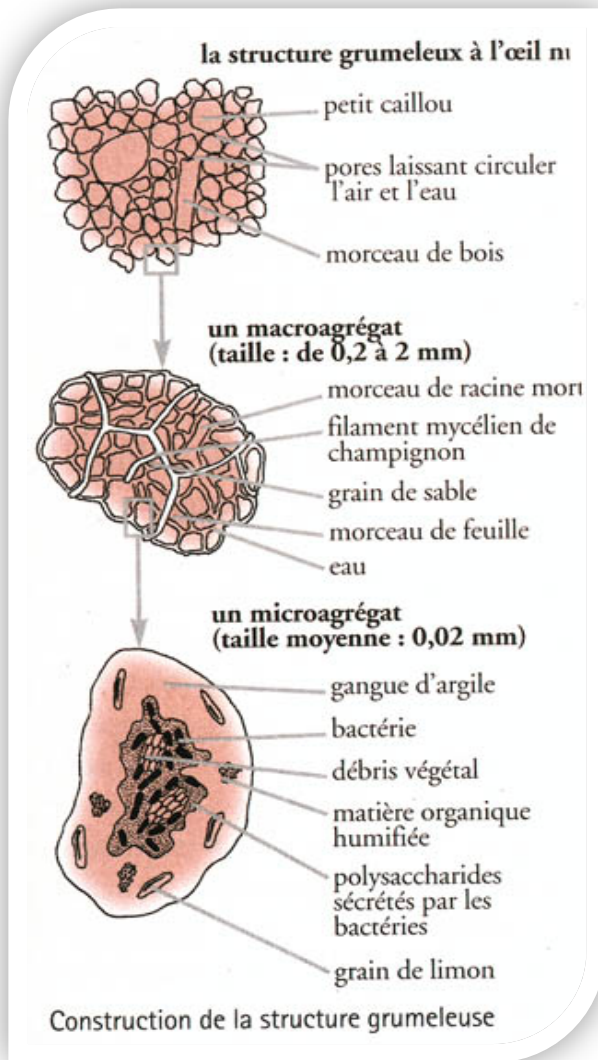


N.B. prairie extensive
lorraine entre 2 et 4,5 t.ha⁻¹



Plante&Cité
Ingénierie de la nature en ville

Focus formation d'agrégats

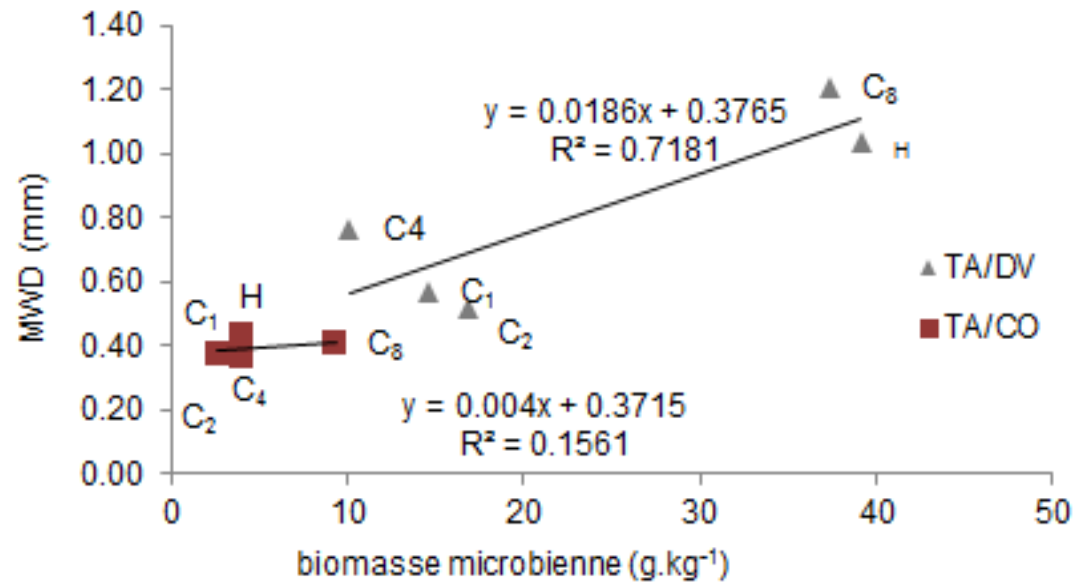


- Principalement étudié sur mélanges avec CO et DV
- Des macro-agrégats stables se forment en laboratoire
- Nature des matériaux parents joue un très grand rôle
- Rôle C/N; différence DV et CO



Focus formation d'agrégats

- Mélanges à C/N élevé (TA/DV et BR/DV) :
grand C/N ; grande biomasse microbienne ; + d'agrégats stables



- Long terme et focus BR/CO
- Aucun agrégats en labo après 8 semaines
- In situ, agrégats stables après 12 mois, très stables après 24 mois

Focus Innocuité santé-environnementale

Evaluation environnementale

- Pas de référentiel précis d'interprétation ...
- Approche croisée (i) dispositifs, (ii) référentiel d'interprétation
 - Norme hollandaise de seuil de contamination
 - Arrêté épandage de boues
 - Norme NF U 44-551 – support de culture
 - [Données sols national (ETMs)]
 - Référentiel mise en ISDI (inertes)
 - Evaluations écotoxicologiques
 - Qualité eau (eau potable, eaux brute de potabilisation)
 - EQRS
- Pas de contamination majeure constatée

Approche croisée #1 : teneurs ETM 6 mélanges

Référentiels

- Arrêté épandage de boues 8 janvier 1998
- NF U 44-551 (substrats, dont terre végétale)
- Valeurs ETM observées sols France – Aspitet (Baize 1997)
- Pb, Zn, Cu, Cd, Cr, Ni

Résultats

- Hz technique et squelette ; Hz croissance
- BR/CO; Zn et Cu, légers dépassements; As élevé
- BA/DR/CO; Zn et Cu élevé
- Matériaux source d'apport : CO et BR (As)
- Aspitet; sols ordinaires, sauf Zn et Cu

Approche croisée #2 : lixiviation

Référentiels

- Test normalisé, avec fraction < 4mm
- Comparaison valeurs limites ISDI
- guide sur l'acceptabilité de matériaux alternatifs en technique routière du SETRA (2011)

Résultats

- Concentrations généralement peu élevées
- Hz croissance : ETMs < ref; COT; sulfates (BR)
- Hz technique : RAS
- Hz squelette : ETMs < ref; COT; Indice phénol et fluorures

Approche croisée #3 : écotoxicologie

Référentiels

- Essais terrestres : croissance orge et cresson, évitement ver épigé
- Essais aquatiques : lentille d'eau, algue, microcrustacé
- Essai génotoxique: *Vicia faba*

Résultats

- Aquatiques, ok (Daphnies, forte CE BR/CO)
- Genotox, ok
- Effets importants orge et cresson (Vs résultats ray-grass)
- Importants évitements ver épigé (BS et CO) – (Vs panel écologique limité, critique représentativité experts)

Approche croisée #4 : qualité des eaux

Référentiels

- Eaux de drainage lysimètres
- Référentiel qualité des eaux consommation humaine
- Référentiel qualité eaux brutes production eaux consommation humaine

Résultats

- ETMs Vs eaux brutes : Ok sauf qqs valeurs As (square et parc)
- ETMs Vs Eau potable : Ok sauf qqs As, Ni, et faible Pb
- Sulfates : systématique
- Chlorures : quasi systématique
- Nitrates : fréquente
- Aucun risque transfert nappe, dégradation possible eaux superficielles

Approche croisée #5 : EQRS

Référentiels

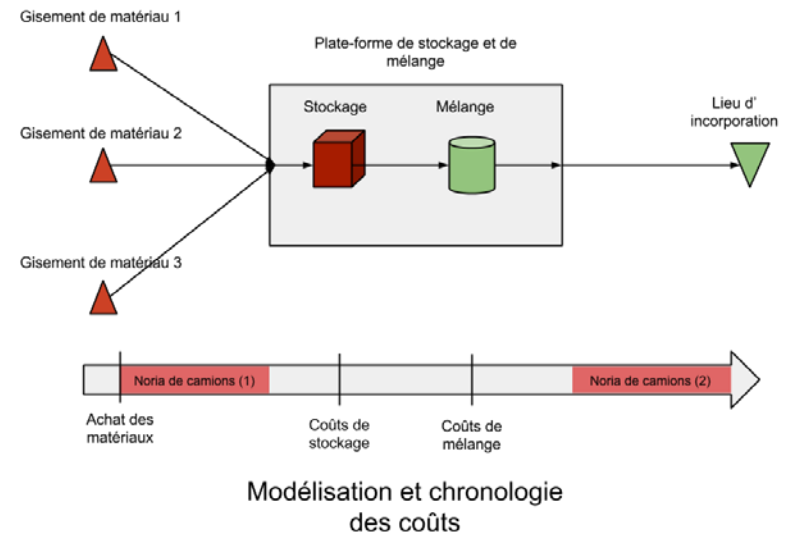
- EQRS (démarche sites et sols pollués)
- Ingestion, inhalation, contact cutané
- Scénarios, âges, doses journalières : Entretien, promeneurs adultes, enfants

Résultats

- Scénario Ingestion, exposition prépondérante
- Légers dépassements, As, Cr, Sb,
- Cr et As : majoré, formes les plus toxiques considérées
- Sb, 1 seul mélange (BA/DR/CO), se référer au fond géochimique local
- Risques acceptables

Structure des coûts et hypothèses

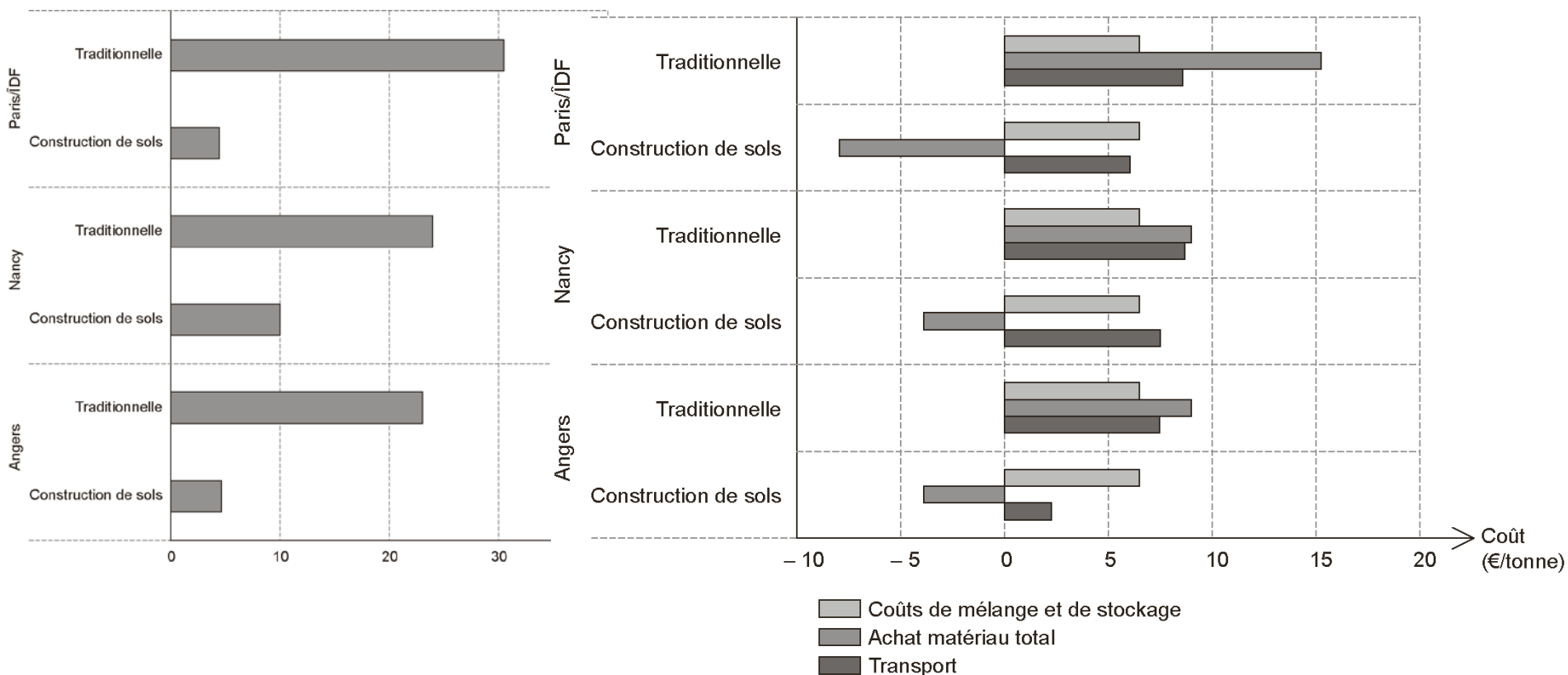
- 3 types de coûts principaux
 - Achat des matériaux
 - Transport
 - Mélange, stockage et analyse



- Hypothèses de calcul : distances optimisées, cas réels : Angers, IDF, Nancy
 - Matériaux sources, en ville (5 à 14km de distance)
 - Plateformes réelles pour Angers et IDF
 - Traditionnels (TV, 15 à 30km); (Pouz. , Puy-de-Dôme)
 - Substitution stockage déchet = économie PF, coût achat

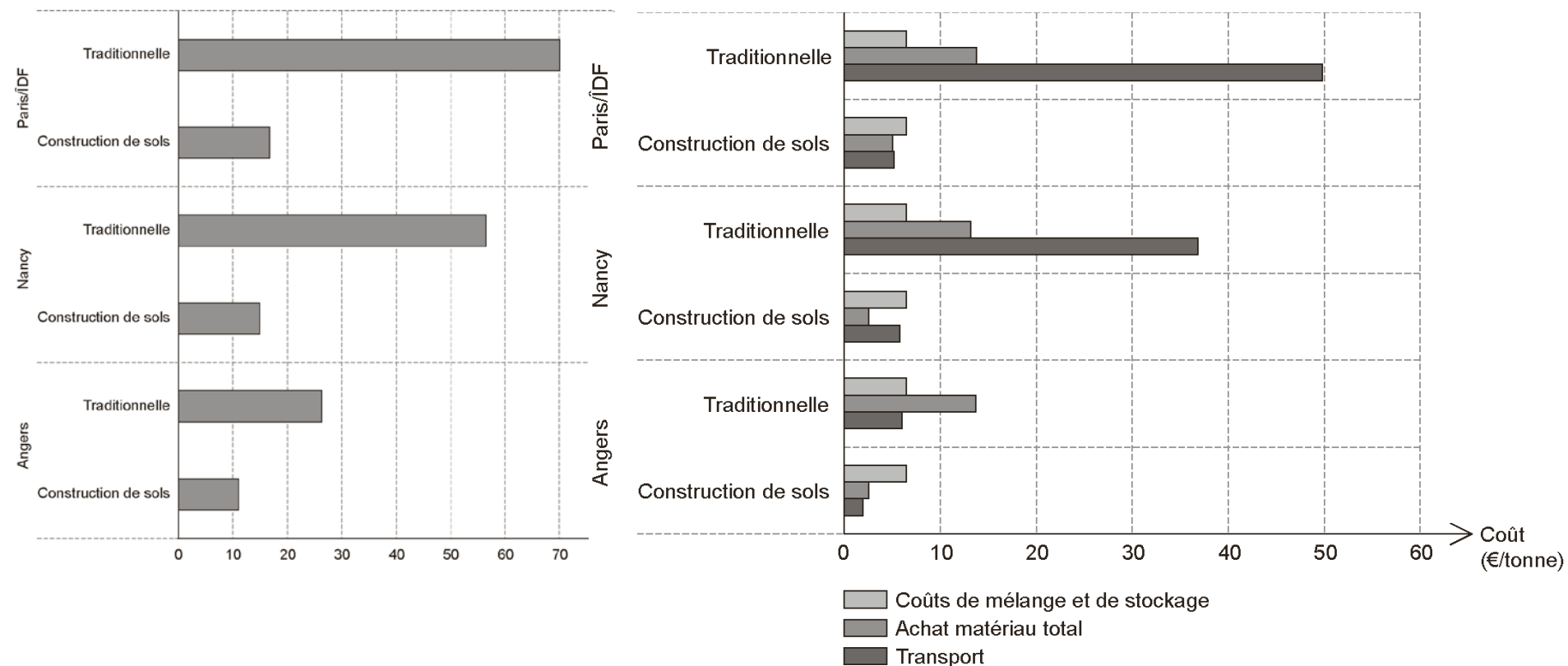
Compétitivité économique

Horizon croissance (terre fine) : 1^{er} déterminant, coût d'achat



Compétitivité économique

Horizon squelette (mélange terre-pierres) : 1^{er} déterminant, transport



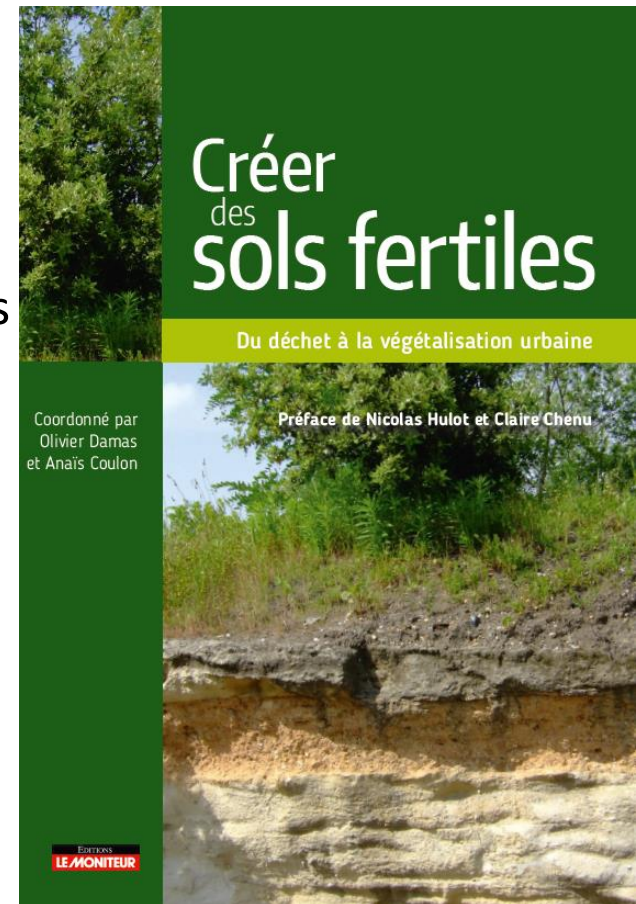
Dissémination, perspectives

- Publication d'un livre

- Editions Le Moniteur (49 euros)
- Préface Nicolas Hulot et Claire Chenu
- 300 pages : 150 pages + fiches techniques

- Préciser l'encadrement réglementaire

- Sites pilotes, à partir de 2017-2018





Siterre

